

PENENTUDUDUKAN DENGAN GPS : STATUS SISTEM MASAKINI * DAN JANGKAAN KETEPATAN PENGUKURAN

oleh

Dr. Ayob bin Sharif Jabatan
Geodesi dan Astronomi,
Fakulti Ukur. Universiti
Teknologi Malaysia.

Abstrak

Penulisan ini memberi maklumat ringkas berkenaan status sistem GPS masakini setakat yang diketahui dan membincangkan faktor-faktor yang melibatkan ketepatan pengukuran untuk penentududukan. Pembincangan termasuk jangkaan ketepatan menggunakan kaedah pengukuran dan penggunaan kod, keperluan orbit satelit, serta kesan-kesan bias sistem GPS yang menghadkan ketepatan pengukuran.

1.0 Pengenalan

Penggunaan "Global Positioning System" (GPS) dalam kerja-kerja penentududukan sudah mula meluas dalam berbagai bidang seperti geodesi dan geodinamik. Sistem penentududukan yang menggunakan satelit-satelit angkasa lepas ini sedang dimajukan oleh "Department of Defense" (DOD) Amerika Syarikat bagi menggantikan sistem TRANSIT. Matlamat utama GPS dimajukan ialah untuk kegunaan ketenteraan Amerika Syarikat dan juga negara-negara pakatan NATO bagi membuat penentududukan masa-hakiki (real-time) yang berkejituan tinggi di darat, udara dan laut. Kegunaan ketenteraan termasuk pandu arah (navigation), memperoleh sasaran (target acquisition) untuk peluru berpandu, mengesan dan mengawas letupan nuklear, dsbnya. Bagi penggunaan awam pula, tujuan utama GPS ialah untuk pandu arah. Hasil daripada eksperimen dan penyelidikan yang dibuat oleh ahli-ahli geodesi, pengukuran dengan sistem GPS telah terbukti mampu memberi penentududukan berjitua tinggi yang sesuai digunakan dalam bidang ukur, geodesi dan geodinamik.

Penerangan berkenaan sistem ini terdapat dalam banyak terbitan yang berkait dengan bidang ukur dan geodesi. Pembaca perlu diingatkan bahawa masakini sistem GPS ini masih lagi dalam peringkat eksperimen lagi. Oleh itu terdapat beberapa perubahan tentang penerangan sistem tersebut dalam artikel-artikel yang telah diterbitkan.

Dalam perancangan awal, konstilasi satelit yang dirancang akan lengkap dalam tahun 1988 telah tergendala oleh bencana Challenger pada bulan Januari 1986 dulu. Pihak yang berkuasa yang membangunkan sistem ini, DoD, telah mengkaji semula bilangan satelit untuk konstilasi yang muktamad. Pada awal tahun 1989 keputusan telah diambil untuk meletakkan 21 buah satelit yang beroperasi, dan ditambah 3 buah satelit simpanan yang aktif, Ayob Sharif, 1989. Kedudukan sebenar satelit di orbit dalam konstilasi yang muktamad nanti, terutama kecondongan dan satah, tidak dapat dipastikan samaada mengikut perancangan awal, sebagaimana yang terdapat dalam banyak penerbitan GPS akan dikekalkan. Masakini pihak DoD masih lagi menimbang untuk melaksanakan konstilasi 24 buah satelit ditambah 3 buah satelit simpanan. Tujuannya ialah untuk memberi gabungan sekurang-kurangnya 4 buah satelit yang baik dari segi geometri pada bila-bila masa untuk penentududukan tepat di seluruh tempat di muka bumi.

Artikel ini telah diterbitkan dalam Journal "The Surveyor" Vol. 25 No. 2. pp. 58-61.

2.0 Status Satelit Masakini

Walaupun masih terdapat beberapa buah satelit Block I memberi signal yang baik, kebanyakan dari satelit tersebut sudah berada di orbit melebihi dari jangka usia operasinya (life span), iaitu 5 tahun. Masakini, pihak yang berkuasa sedang mempergiatkan pula pelancaran satelit generasi kedua, iaitu Satelit Block II. Setelah pelaksanaan sistem GPS ini lama tergendala, pada bulan November tahun 1988 barulah satelit Block II yang pertama (SV14) dihantar ke orbit. Sejak bulan Jun 1989 hingga tarikh penulisan ini (Januari 1989), empat buah lagi satelit Block II telah dihantar ke orbit. Terakhir sekali satelit GPS dilancarkan ialah pada bulan November yang lalu, iaitu SV17.

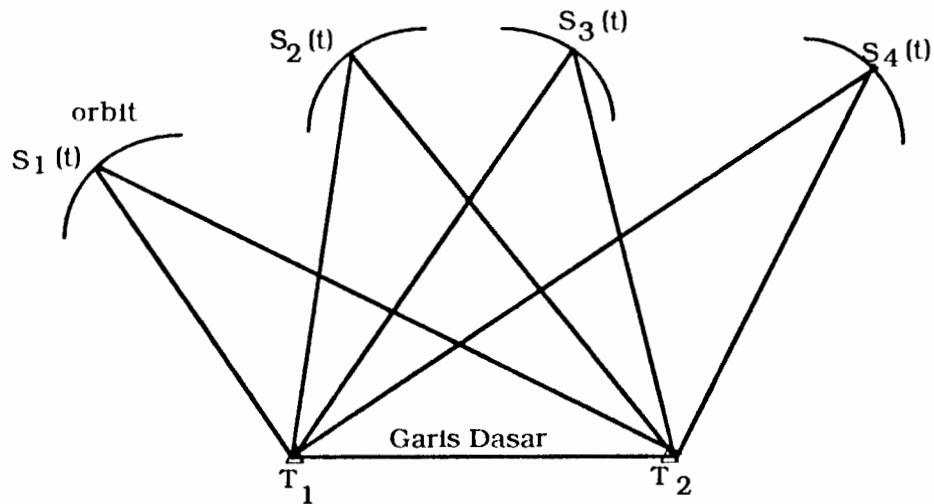
Masakini pelancaran satelit GPS tidak lagi bergantung kepada misi kapal angkasa Shuttle, malah dimasa akan datang lebih banyak satelit akan dilancar menggunakan roket DELTA II. Bilangan satelit GPS yang boleh dijejak (tracked) masakini ialah 11 buah satelit kesemuannya, iaitu lima satelit Block II (SV2, SV14, SV16, SV17 dan SV19) dan 6 buah satelit Block I (SV3, SV6, SV9, SV11, SV12 dan SV13). Pengguna GPS perlu mengawasi bahawa SV8 masih berfungsi lagi, tetapi tidak boleh digunakan untuk penentuan kedudukan jitu kerana satelit tersebut hanya membawa jam yang menggunakan osillator kristal quartz. Tingkat cerapan satelit GPS di Malaysia masakini melebihi 10 jam, lihat jadual I. Walau bagaimanapun untuk menghasilkan penentuan kedudukan yang baik, pemilihan satelit bergantung kepada geometri rangkaian satelit yang digunakan, iaitu hasil analisis GDOPnya (Geometrical Dilution of Precision). Masakini sesi cerapan di Malaysia terhad lebih kurang 4 hingga 5 jam sahaja bagi setiap putaran satelit (kira-kira 12 jam).

3.0 Penentuan kedudukan dengan GPS

Sistem GPS boleh memberi kedudukan titik dalam 3-dimensi dengan membuat cerapan serentak kepada 4 satelit. Prinsip pengukuran GPS ada kesamaannya dengan kaedah penentuan kedudukan silangalik (resection). Jika menggunakan kaedah silangalik kodinet titik-titik kawalan diketahui terlebih dahulu. Penentuan kedudukan dengan GPS pula memerlukan kedudukan satelit yang tepat disetiap epok cerapan (t), lihat gambarajah 1. Oleh kerana masa (t) tidak diketahui, 4 satelit perlu dicerap serentak untuk menyelesaikan 4 parameter (x, y, z, t) yang diingini. Apabila menggunakan sistem GPS, penentuan masa dengan tepat amatlah penting kerana selisih menentukan masa akan didarab dengan kelajuan cahaya, c ($2.99792459 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$), untuk memberikan selisih vektor jarak yang diukur. Vektor jarak diperlukan untuk menghitung kodinet titik cerapan. Selisih sistem waktu juga perlu diawasi dalam menentukan masa. Ini ialah kerana alatpenerima (receiver) dan satelit mempunyai jam dan sistem masa yang berlainan. Alatpenerima biasanya menggunakan waktu UTC, manakala satelit pula menggunakan waktu GPS. Waktu GPS bermula pada 6hb. Januari 1980 dan dikawal dengan jam-jam atom yang berasingkan dari jam jam atom yang mengawal waktu UTC. Waktu GPS menggunakan unit saat dan minggu sahaja. Perbezaan waktu GPS dengan UTC juga terdapat dimana saat lompat (leap second) bagi waktu GPS tidak dibetulkan seperti mana waktu UTC.

Penentuan kedudukan dengan GPS boleh dilaksanakan melalui dua kaedah utama (primary): pengukuran jarak-samu (pseudo-range), biasanya digunakan untuk pandu arah, dan pengukuran fasa pembawa (carrier phase) untuk penentuan kedudukan jitu. Pengukuran jarak-samu adalah pengukuran vektor jarak yang tercemar (contaminated), dalam bentuk masa yang diambil oleh signal satelit sampai ke alatpenerima didarab dengan c . Ini ialah kerana signal satelit yang sampai ke alatpenerima telah dicemari oleh berbagai jenis selisih seperti kesan lengah troposfer dan ionosfer dan selisih pengukuran waktu.

Lain-lain kaedah pengukuran, seperti kaedah Bilangan Doppler Bersepadu (Integrated Doppler Count) dan kaedah Interferometri diperolehi daripada pengukuran utama GPS. Dengan pengukuran jarak-samu, kedudukan serta-merta titik boleh didapati melalui penggunaan kod siaran (broadcast code) untuk penentuan kedudukan absolut atau titik, manakala dengan pengukuran fasa beat pembawa pula, pengguna GPS boleh membuat penentuan kedudukan relatif yang jitu. Kaedah yang kedua ini, pada prinsipnya, tidak memerlukan kod siaran. Untuk perincian, penentuan kedudukan relatif dalam konteks ini ialah kaedah untuk mendapatkan perbezaan kodnet dua atau lebih kedudukan alat penerima (titik pusat antena) yang menjejaki (tracking) satelit-satelit dengan serentak.



Gambarajah 1 : Penentuan Relatif

4.0 Ketepatan Penentuan

Banyak faktor mempengaruhi ketepatan penentuan dengan GPS, seperti kaedah pengukuran, kejituan alat, ketidakpastian orbit satelit, selisih-selisih yang mempengaruhi pengukuran, dsbnya. Sebagai yang diterangkan di bahagian 3.0, pengukuran jarak-samu menggunakan kod siaran untuk menerima signal daripada satelit. Walau pun ketepatan pengukuran dengan kaedah ini adalah kurang dari kaedah pengukuran fasa pembawa, daripada eksperimen yang telah dilaksanakan terbukti kaedah jarak-samu juga mampu memenuhi setengah keperluan jika jumlah data cerapan mencukupi untuk tujuan yang tertentu seperti penentuan orbit, Anderson and Hauge (1989).

Dalam bahagian seterusnya dibincangkan secara ringkas faktor-faktor yang terlibat dalam menentukan ketepatan penentuan dengan GPS mas kini. Pengguna sistem ini juga perlu mengambil perhatian bahawa ketepatan penentuan masa-hakiki bagi kegunaan awam akan diturunkan (degraded) ketahab 100 m apabila konstilasi satelit sudah lengkap kelak melalui skim yang dinamakan "Selective Availability" (SA), Wells et al (1986). Perlaksanaan SA ini adalah dijangkakan pada pertengahan tahun 1992.

4.1 Penggunaan Kod

Struktur signal GPS adalah sangat rumit untuk dibincangkan dalam penulisan ini. Pada asanya ia menggunakan kod hingar rambang-samu (Pseudo-random noise code), iaitu susunan binari yang mengandungi rangkaian 0 dan 1 yang bersiri untuk menghantar maklumat kepada pengguna. Bagi tujuan penentududukan, maklumat yang diperlukan adalah seperti efemeris satelit, maklumat masa, parameter pembetulan jam satelit dan pembetulan atmosfer. Pada dasarnya, jenis kod siaran yang digunakan untuk menerima signal satelit menghadkan tahap ketepatan pengukuran yang boleh didapati dari sistem itu. Signal GPS dipancarkan melalui dua jalur, L_1 (1575.42 MHz.) dan L_2 (12227.60 MHz.), yang dimodulatkan dalam dua tahap kejituan; kod-P (Precision), dikenali juga dengan kod-PPS (Precise Positioning Service) dan kod-C/A (Course Aquisition), dikenali juga dengan kod-SPS (Standard Positioning Service). Signal pembawa L_1 dimodulatkan dalam kedua-dua jenis kod, manakala signal pembawa L_2 hanya mengandungi kod-P. Ketiadaan kod-C/A dalam signal pembawa L_2 adalah disengajakan untuk menghadkan ketepatan penentududukan yang boleh didapati oleh pengguna awam GPS yang tidak diberikuasa menggunakan sistem tersebut (unauthorized user).

Kod-P dipancarkan pada frekuensi jam dengan kadar chip 10.23 MHz., oleh itu satu frekuensi kod-P bersamaan dengan 29.31 m. Kod-C/A pula dipancarkan pada kadar 1.023 MHz. dan diulang dalam tempoh 1 milisaat. Satu frekuensi kod-C/A bersamaan dengan 293.1 m. Kadar chip yang tinggi bagi kod-P dan penyelesaiannya yang boleh dibuat kurang dari 0.5 m membolehkan pengukuran jarak-samu dibuat dengan ketepatan lebih kurang 5 m. Ketepatan yang boleh didapati menggunakan kod-C/A pula adalah dalam lingkungan 8 m. Masakini, pengguna-pengguna awam GPS masih lagi dibenarkan menerima kod-P.

4.2 Ketepatan Orbit Satelit

Bagi penentududukan absolut yang berdasarkan vektor jarak satelit dari titik cerapan, segala selisih kedudukan satelit akan diserap terus dalam vektor jarak tersebut. Justeru itu, selisih akan terdapat pada kedudukan titik yang dihitung. Untuk penentududukan relatif pula, ketepatan kedudukan pengukuran bergantung pada panjang garis dasar yang diukur dan jarak satelit dari titik cerapan. Kesan selisih kedudukan satelit pada pengukuran garis dasar boleh dianggarkan dengan persamaan berikut,

$$\frac{db}{b} = \frac{dr}{p} \quad (1)$$

dimana;

b	:	panjang garis dasar,
db	:	selisih garis dasar,
p	:	jarak satelit dari kedudukan titik dan
dr	:	selisih kedudukan satelit.

Altitud satelit GPS adalah lebih kurang 20,200 km, dan dari persamaan (1) ketepatan pengukuran boleh dianggarkan sekiranya ketepatan orbit satelit diketahui. Masakini ketepatan GPS satelit yang dipancarkan dalam efemeris siaran adalah dalam lingkungan 20 m hingga 60 m, Ayob Sharif (1989). Ini sepadan dengan ketepatan pengukuran relatif 1 bds (bahagian dalam sejuta) hingga 3 bds. Ketepatan ini memadai untuk kebanyakan penggunaan seperti kerja-kerja ukur kadestar dan kejuruteraan. Untuk kerja-kerja saintifik pula, seperti mengesan pergerakan plet bumi, ketepatan orbit yang lebih tinggi diperlukan.

4.3 Kaedah Pengukuran

Dua tahap ketepatan adalah ketara mengikut dua kaedah utama pengukuran GPS, iaitu pengukuran jarak-samu dan pengukuran fasa pembawa. Perbezaan ketepatan ini adalah kerana, pada asasnya, panjang gelombang (wavelength) signal pembawa adalah lebih pendek dari kedua jenis kod, iaitu 19 cm bagi pembawa L_1 dan 24 cm bagi pembawa L_2 , berbanding dengan 30 m bagi kod-P dan 300 m bagi kod-C/A. Justeru itu, interpolasi akan menghasilkan resolusi pengukuran fasa pembawa yang lebih baik dengan ketepatan persamaan pengukuran linear pada tahap kurang daripada sentimeter. Oleh itu pengukuran fasa pembawa adalah lebih tepat dari pengukuran jarak-samu.

Pengukuran fasa pembawa juga tidak mudah dipengaruhi oleh kesan berbilanglalu (multipath) berbanding dengan pengukuran jarak-samu. Berbilanglalu ialah kemungkinan sebahagian dari signal satelit sampai ke antenna alatpenerima melalui pemalukan dari bumi atau permukaan lain seperti bangunan, tembok, kapal, dsbnya. Oleh itu bagi semua kerja pengukuran yang memerlukan kejituhan tinggi, penentududukan mestilah dilaksanakan secara relatif sebagaimana yang diterangkan dalam para 3.0.

4.4 Bias dan Selisih GPS

Pada amnya pengukuran GPS dipengaruhi oleh bias yang boleh dibahagikan kepada 3 kategori: bias satelit, bias stesen dan bias yang berkait dengan cerapan. Bias satelit mengandungi bias jam satelit dan bias efemeris siaran. Jam satelit mempunyai ofset dari waktu rujukan dalam waktu GPS, ofset frekuensi dan drif frekuensi. Nilai ofset waktu adalah besar manakala, ofset frekuensi dan drif frekuensi adalah kecil kerana satelit-satelit GPS membawa jam atom, iaitu menggunakan osilator caesium atau rubidium. Bias efemeris yang dimaksudkan adalah ketidaktepatan parameter efemeris siaran memberi kedudukan sebenar satelit di orbit. Ini ialah kerana efemeris siaran hanya ditentuluarkan (extrapolated) dari orbit lepas proses (post-processed).

Bias satelit juga tidak tersekait (correlated) antara satelit-satelit, dan kesannya kepada pengukuran fasa pembawa dan jarak-samu adalah sama. Parameter pembetulan jam satelit dan maklumat lain diberi dalam penghantaran data (data message) satelit. Jika pembetulan jam ini digunakan untuk penentududukan, ketepatan yang diperolehi adalah lebih kurang 10 m. Oleh itu untuk penentududukan jitu, pembetulan jam perlu diselesaikan menggunakan cerapan dalam pelarasan bersama kodinet-kodinet titik. Pembetulan jam satelit boleh dihapuskan melalui pembezaan cerapan (differencing of observables).

Bias stesen pula mengandungi bias jam alatpenerima dan ketidakpastian kodinet stesen-stesen yang digunakan sebagai rujukan. Nilai bias jam alatpenerima bergantung pada jenis osilator yang digunakan, biasanya kristal quartz. Ketidakpastian stesen pula bergantung pada kaedah penentuan stesen rujukan tersebut. Jika VLBI (Very Long Baseline Interferometry) atau SLR (Satellite Laser Ranging) digunakan bias ini adalah kecil, kerana kaedah tersebut memberi kejituhan yang tinggi.

Bias yang berhubung dengan cerapan pula mengandungi bias lengah tropospiar dan ionospiar dan juga bias yang bergantung pada kaedah pengukuran. Contohnya, bias ambiguity kitar integer (integer cycle ambiguity) hanya terdapat pada pengukuran fasa pembawa. Kesan tropospiar pada pengukuran GPS berubah daripada 2 m apabila satelit berada di zenit hingga 25 m bila satelit berada hampir di horizon, kira-kira 5° rendah, Wells et al (1986). Model pembetulan kesan lengah tropospiar seperti Model Hopfield dan Model Saastamoinen biasa digunakan untuk mengatasi masalah ini.

Kesan ionosfer terhadap pengukuran GPS pula boleh berubah daripada melebihi 150 m di masa bintikmatahari (sunspot) maksima, iaitu pada tengahari dan satelit berada hampir di horizon, kepada 5 m ketika bintikmatahari minima, iaitu pada waktu malam dan satelit berada di zenit, Wells et al (1986). Pengukuran dengan alat penerima dua-frekuensi boleh mengurangkan sebahagian besar kesan ionosfer ini. Pembetulan kesan troposfer dan ionosfer ini lebih berkesan lagi jika cerapan dibezakan dan merancang supaya garis dasar yang diukur tidak terlalu panjang.

Selain daripada bias, pengukuran GPS juga dipengaruhi oleh berbagai selisih, seperti berbilanglalan, kesan bayangan (imaging effect) gelincir kitar (cycle slips) dan selisih rambang cerapan. Perbincangan yang agak panjang diperlukan untuk menerangkan kaedah mengurangkan kesan selisih-selisih tersebut.

5.0 Kesimpulan

Perlaksanaan konstilasi GPS yang lengkap sedang giat diusahakan semula oleh DoD sejak lebih kurang 1 tahun kebelakangan ini. Walaupun sistem GPS belum beroperasi sepenuhnya, masakini penggunaanya sudah boleh membuat penentududukan dengan ketepatan relatif antara 1 hingga 6 bds. Dirantau ini tingkap cerapan satelit GPS adalah antara 4 hingga 5 jam setiap sesi cerapan, dan tempoh ini adalah memadai bagi membuat cerapan dengan ketepatan pengukuran yang baik.

Skim "Selective Availability" yang dirancang bagi menghadkan ketepatan penentududukan masa-hakiki untuk pengguna awam pasti akan dikuatkuasakan apabila konstilasi GPS lengkap. Apabila perkara ini berlaku, adalah diharapkan ketepatan pengukuran relatif menggunakan fasa pembawa masih boleh memenuhi keperluan kebanyakan pengukuran kadestar dan kejuruteraan. Bagi penentududukan yang memerlukan ketepatan yang lebih tinggi, melebihi 0.1 bds, seperti kegunaan geodetik dan geodinamik maklumat tambahan seperti orbit jitu dan koefisien pembetulan jam satelit yaang lebih jitu perlu didapatkan dari agensi-agensi luar negeri yang membuat pejejakan satelit dan penentuan orbit.

Rujukan

Anderson, P.H, dan Hauge, S(1989): *GPS Orbit Determination Using Pseudo-range*. Fifth Geodesy Symposium On Satellite Positioning. New Mexico, March.

Ayob Sharif (1989): *Analysis of Broadcast, Precise and Integrated Orbits for Global Positioning System Satellites*. Ph.D Thesis. University of Newcastle- Upon-Tyne, June

Wells (ed) et. al. (1986): *Guide to GPS Positioning*. Canadian GPS Associates, New Brunswick, Canada.

TABLE 1

Satellite visibility for LAT: N3-0-0.00 LONG:E102-0-0.00 Alt:300.00(m) k1
 Date of Table: 28-NOV-89 (Day 332) Date of Almanac: 01/0-38/9 Cut off Angle:15
 Min Visible Sats: 1

Alm Ref	515		516		515		516		516		516		516		515		516		516	
SV Num	2		3		6		9		11		12		13		14		16		19	
UTC Time	EL	AZ	EL	AZ	EL	AZ	EL	AZ	EL	AZ	EL	AZ	EL	AZ	EL	AZ	EL	AZ	EL	AZ
21:00:00	27	17							30	237					10	214				
21:20:00	29	27							34	248					12	206				
21:40:00	30	37			5	337			36	261					14	198				
22:00:00	32	47			14	338			36	274			4	233	17	191				
22:20:00	34	58			22	338			34	286			7	242	21	184				
22:40:00	35	70			31	335			32	298			9	251	26	177				
23:00:00	35	82			41	330	1	333	29	308			10	260	32	169				
23:20:00	34	94			49	332	9	331	25	319			11	270	38	162				
23:40:00	31	105			57	308	16	327	22	328			10	280	44	153				
00:00:00	27	115			61	287	24	321	20	337			10	290	50	142				
00:20:00	22	124			61	263	30	312	18	346			9	299	56	128				
00:40:00	17	131			57	242	35	302	17	355			8	308	60	110				
01:00:00	10	136			50	226	38	289	16	3	5	319	8	317	61	89				
01:20:00	3	140			43	215	39	275	17	12	10	312	9	326	58	69				
01:40:00					35	206	38	262	18	21	13	304	10	334	53	54				
02:00:00					28	198	35	249	20	30	16	295	12	343	46	44				
02:20:00					22	191	31	238	23	40	17	285	15	351	38	37	7	214		
02:40:00					16	184	27	228	26	50	16	275	19	359	30	33	14	216		
03:00:00					11	177	22	219	28	61	15	265	24	7	21	31	22	219		
03:20:00			3	336	7	170	18	210	31	73	14	255	29	15	14	31	29	225		
03:40:00			9	342	4	162	15	202	32	85	12	245	36	23	6	32	36	232		
04:00:00			15	348	3	154	12	193	32	98	9	236	42	33			41	242		
04:20:00			22	353	2	146	10	185	30	110	8	227	48	45			46	254		
04:40:00			31	358	2	137	10	177	26	121	6	218	54	60			48	268		
05:00:00			40	3	3	129	10	169	21	131	6	210	58	79			48	284		
05:20:00			50	8	4	120	11	161	15	139	6	201	58	101			47	299		
05:40:00			60	14	6	111	13	152	8	145	8	193	55	120			44	312		
06:00:00			71	24	7	102	15	143	1	149	10	185	48	135			40	324		
06:20:00			81	55	9	92	18	134			13	177	41	145			36	334		
06:40:00			80	135	10	82	22	125			17	169	32	151			33	344	1	214
07:00:00			70	162	10	73	25	114			22	160	23	155			29	353	5	208
07:20:00			59	169	9	63	28	103			28	103	14	157			26	2	11	203
07:40:00			48	172	6	54	30	91			34	143	6	157			24	11	17	198
08:00:00			38	172	3	46	30	79			41	132					22	20	24	194
08:20:00			28	171			29	67			46	119					21	28	32	190
08:40:00			19	169			25	56			50	103					21	37	41	187
09:00:00			11	166			20	46			52	85					21	46	50	184
09:20:00			4	163			14	39			50	67					21	56	60	181
09:40:00							7	33			45	52					21	65	70	176
10:00:00											39	41					21	75	80	164
10:40:00											31	34					20	85	86	68
11:00:00											23	29					19	95	77	22
11:20:00											14	26					17	104	66	16
11:40:00											6	25					14	113	56	14
12:00:00																	10	121	47	15
12:20:00																	5	128	38	16
12:40:00																	0	134	30	19
13:00:00																			22	22
13:20:00																			15	26
13:40:00																			9	31
14:00:00																			4	36
14:20:00																				
14:40:00																				
15:00:00																				